

## N O T I C E

THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED FROM  
MICROFICHE. ALTHOUGH IT IS RECOGNIZED THAT  
CERTAIN PORTIONS ARE ILLEGIBLE, IT IS BEING RELEASED  
IN THE INTEREST OF MAKING AVAILABLE AS MUCH  
INFORMATION AS POSSIBLE



SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA  
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

E82-10169

OR-168592

"Made available under NASA sponsorship  
in the interest of early and wide dis-  
semination of Earth Resources Survey  
Program information and without liability  
for any use made thereof."

(E82-10169) INFLUENCE OF THE CARRYING  
VEHICLE IN THE AEROSPATIAL SURVEY OF NATURAL  
RADIOACTIVITY (Instituto de Pesquisas  
Espaciais, Sao Jose) 19 p HC A02/MF A01

N82-22604

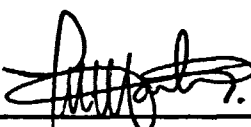
Unclas

CSCI 08G G3/43 00169

RECEIVED BY  
NASA STI FACILITY  
DATE: 2-10-82  
DCAF NO. 002949  
RECEIVED BY  
☒ NASA STI FACILITY  
☐ ESA-SDS ☐ AIAA



INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

1. Publicação nº <i>INPE-2223-PRE/019</i>	2. Versão	3. Data <i>Set., 1981</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DAS</i>	Programa <i>PAS</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>RADIOATIVIDADE NATURAL; RAIOS GAMA; VEÍCULO PORTADOR</i>			
7. C.D.U.: <i>550.3:553.043</i>			
8. Título <i>INFLUÊNCIA DO VEÍCULO PORTADOR NO LEVANTAMENTO AEROSPAIAL DA RADIOATIVIDADE NATURAL</i>		10. Páginas: <i>18</i>	
		11. Última página: <i>16</i>	
9. Autoria <i>Inacio Malmonge Martin</i>		12. Revisada por <i>Kalvala Ramanija Rao</i>	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
14. Resumo/Notas <p><i>A escolha do veículo portador pode ter uma importância fundamental no levantamento aeroespacial da radioatividade natural e, particularmente, na previsão da localização de regiões uraníferas. No entanto, o resultado das observações depende do tempo de exposição, isto é, da velocidade e da altitude que o veículo portador pode atingir. Os sobrevôos da mesma região, com o mesmo conjunto experimental e com dois diferentes tipos de avião, foram efetuados. Uma análise estatística detalhada das medidas obtidas durante esses vôos permite mostrar a precisão de localização a que se pode chegar com esta metodologia.</i></p>			
15. Observações <i>Este trabalho foi parcialmente subvencionado através de convênio FINEP, pelo "Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT". Este trabalho será submetido para publicação à Revista "Ciência e Cultura".</i>			

**INFLUÊNCIA DO VEÍCULO PORTADOR NO LEVANTAMENTO  
AEROESPACIAL DA RADIOATIVIDADE NATURAL**

**I.M.Martin**

**Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq  
São José dos Campos, São Paulo**

**RESUMO**

A escolha do veículo portador pode ter uma importância fundamental no levantamento aeroespacial da radioatividade natural e, particularmente, na previsão da localização de regiões uraníferas. No entanto, o resultado das observações depende do tempo de exposição, isto é, da velocidade e da altitude que o veículo portador pode atingir. Os sobrevôos da mesma região, com o mesmo conjunto experimental e com dois diferentes tipos de avião, foram efetuados. Uma análise estatística detalhada das medidas obtidas durante esses vôos permite mostrar a precisão de localização a que se pode chegar com esta metodologia.

## I - INTRODUÇÃO

A detecção da radioatividade natural por levantamento aerospacial é um dos métodos mais adaptado à prospecção de regiões uraníferas (Buivan e Martin<sup>1</sup>).

No entanto, existem poucos trabalhos divulgados nesta área que mencionam a metodologia empregada e as performances a que se pode chegar. Assim, um dos principais parâmetros, o veículo portador, no qual está situado o conjunto experimental, não foi, até nossos dias, objeto de uma análise detalhada. As características do conjunto experimental e do veículo portador podem influenciar de maneira importante nessas observações, principalmente na localização precisa das regiões uraníferas.

## II - RESULTADO DAS OBSERVAÇÕES

Os detalhes do conjunto experimental foi descrito por Buivan e Martin<sup>2</sup>. No entanto, é necessário lembrar que as principais características deste conjunto são:

- A área sensível de detecção para um fluxo omnidirecional é de 120 cm<sup>2</sup>;
- A eletrônica associada, juntamente com analisadores de pulsos, permite obter uma resposta espectral de 128 níveis de energia, com uma precisão temporal da ordem de 1 ms;

- o conjunto experimental é adaptável a qualquer tipo de aeronave e pesa apenas 40 kg, incluindo o gravador.

Os vôos na mesma região foram efetuados com aviões dos tipos:

- Piper azteca (PT-KMW), bimotor de 6 lugares, peso total de 5.200 libras, velocidade mínima de vôo horizontal, 120 Mph.
- Cessna 206 (PT-DVF), monomotor de 6 lugares, peso total de 3.600 libras, velocidade mínima de vôo horizontal, 85 Mph.

Os resultados dessas observações, seguindo as radiais:

- C. Redondo a Cel. Ezequiel (RN),
- Cel. Ezequiel a Sta. Cruz (RN),
- Sta. Cruz a C. Redondo (RN),
- C. Redondo a Cuité (RN),

são obtidos, sendo que cada radial foi sobrevoada com 5 passagens (PT-DVF), e com 6 passagens (PT-KMW). Escolheu-se, para cada passagem da radial de terminada, o tempo de amostra de 30 s, que corresponde ao tempo mínimo pa ra obter uma estatística significativa, devido à variação da taxa de conta

gem dentro do intervalo de energia de 0,5 a 3,0 MeV. Este intervalo de tempo escolhido corresponde a uma área de diâmetro aproximada de 4 km. A taxa de contagem observada, relativa a cada área, é obtida adicionando-se a contagem de cada passagem à referida área. Na Figura 1, apresentam-se as medidas observadas com os dois aviões de acordo com o método descrito acima. Nota-se que a variação da taxa de contagem dentro de cada área (Figura 1), para cada avião, corresponde a 3 vezes o desvio padrão. Por isso, supõe-se que as contagens obedecem a uma distribuição normal. Os valores numéricos ilustrados na Figura 1 são apresentados na Tabela I.

---

FIG.1 e TABELA I

---

### III - ANÁLISE DAS OBSERVAÇÕES

O objetivo desta análise é saber se a taxa de contagem observada em cada avião e em cada área é proveniente de uma mesma fonte. Para isso, devem-se considerar dois tipos de análise que podem indicar a natureza da variação desta taxa de contagem. Por um lado, supondo-se que a resposta do detector em presença de um fluxo de raios- $\gamma$  é distribuído segundo uma lei Gaussiana, podem-se analisar as amostras de acordo com o teste-t de Student (Freund<sup>3</sup> e Mode<sup>4</sup>). Por outro lado, se este último teste não foi conclusivo, devido ao fato de que outros parâmetros são conhecidos perturbam as observações, uma análise estatística não-paramétrica será considerada.

### Teste - t para observações N-Pares

A análise de uma amostra com o teste - t para a observação de N-Pares ( $x_i, y_i, i = 1, 2, \dots, N$ ) tem por objetivo detectar uma possível diferença entre as duas populações, da qual seleccionaram-se  $x_i$  e  $y_i$  (Tabela I), seguindo-se o parâmetro:

$$t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}} \quad (1)$$

onde  $\bar{D}$  e  $S_{\bar{D}}$  representam a média e a variância das diferenças entre  $x_i$  e  $y_i$ , respectivamente.

O teste assim descrito permite rejeitar ou confirmar a hipótese  $H_0$ , de que a média das diferenças entre duas populações  $x_i, y_i$  é nula. De acordo com a probabilidade  $\alpha$  de ter um valor superior a  $t$ , fixada a  $\alpha = 0.05$ , os resultados obtidos são mostrados na Tabela II.

---

TABELA II

---

### Teste - t do coeficiente de correlação r

A análise estatística do coeficiente de correlação ( $r$ ) indicará o grau de associação entre as duas populações  $x_i$  e  $y_i$ . O valor de  $r$  é calculado de acordo com:



$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad (2)$$

onde  $S_{xy}$ , é a covariância entre  $x_i$  e  $y_i$ , e  $S_x$  e  $S_y$  são os desvios padrões de  $x_i$  e  $y_i$ .

O coeficiente  $r$  representa apenas uma estimativa do valor real do coeficiente de correlação  $\rho$ . A análise estatística de  $r$ , segundo o teste -  $t$ , é:

$$t = \frac{r \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3)$$

que permite confirmar ou rejeitar a hipótese  $H_0: \rho = 0$ ; neste caso, não existe nenhuma correlação entre as populações  $x_i$  e  $y_i$ . Os resultados do teste, de acordo com a probabilidade de  $\alpha$  ser igual a 0,10, estão descritos na Tabela III.

---

TABELA III

---

Os mesmos resultados do teste são observados com a transformação -  $z$  de Fisher (Freund<sup>3</sup> e Mode<sup>4</sup>).

Análise estatística de Mann-Whitney

Nos dois primeiros testes, onde se supõe que cada população está distribuída segundo uma lei normal, torna-se possível prever o valor médio e a variância. No caso onde a taxa de contagem observada não é mais considerada como medida exata, uma análise não-paramétrica de Mann-Whitney (Freund<sup>3</sup> e Mode<sup>4</sup>) permite efetuar um teste qualitativo. Com isto, torna-se possível saber se as duas amostras, das quais seleccionaram-se  $x_i$  e  $y_i$ , se originam de populações idênticas. Isto na prática quer dizer que, no caso onde existe uma diferença entre as médias observadas (percurso Sta. Cruz - C. Redondo), esta diferença é significativa. O teste  $H_0$  permite confirmar ou rejeitar a hipótese de que esta diferença não é significativa.

$$U = N^2 + \frac{N(N+1)}{2} - \sum_{i=1}^N R_i \quad (4)$$

$$z = \frac{U - \frac{N^2}{2}}{\sqrt{N^2(1+2N)/12}} \quad (5)$$

onde  $R_i$  representa a ordem da fila ocupada pelos valores  $x_i$ .

Os resultados deste teste estão apresentados na Tabela IV.

---

TABELA IV

---

#### IV - CONCLUSÃO

Os resultados dos diferentes testes estatísticos assim efetuados mostram que as taxas de contagem ( $x_i$  e  $y_i$ ) observadas pelas duas aeronaves seguindo os quatro percursos estabelecidos, vêm da mesma fonte (teste de Mann-Whitney). Mesmo que exista uma diferença entre as duas médias da taxa de contagem (trajetória Sta. Cruz - C. Redondo), esta não é significativa.

A identificação dos espectros em energia do fluxo de fótons observados pelos dois aviões, para cada área por um lado indica que a forma deste é idêntica; por outro lado indica que as linhas nucleares que aparecem são distribuídas de acordo com uma lei normal. Isto significa que a hipótese introduzida no teste estatístico do coeficiente  $r$ , de acordo com a distribuição normal de  $x$  e  $y$  é justificável. A não-associação de  $x$  e  $y$  pode ser interpretada pela presença de um relevo acidentado da trajetória (C. Redondo - Cuitē), o que obriga a realização dos vãos em diferentes velocidade e altitude.

O fato de a taxa de contagem observada na aeronave PT-KMW ser mais forte que a da PT-DVF, seguindo os percursos (Sta. Cruz - C. Redondo e C. Redondo - Cuitē), sugere que o perfil de voo da PT-KMW é mais próximo do solo.

Em definitivo, esta análise estatística permite concluir que os vôos efetuados com a aeronave PT-KMW dão uma melhor distribuição da taxa de contagem em função do percurso. Além disso, a escolha arbitrária de uma área de 4 km de diâmetro parece ser satisfatória, devido ao fato de a variação da taxa de contagem não ser aleatória, mas proveniente de uma fonte idêntica que é observada por ambas as aeronaves.

TABELA I

## Percorso C. Redondo - Cel. Ezequiel (RN)

Número de amostras	1	2	3	4	5
PT-DVF ( $x_i$ ) (contagem/s)	53.25	53.76	51.46	56.16	63.57
PT-DVF ( $y_i$ ) (contagem/s)	50.75	54.32	54.93	58.74	61.39

## Percorso Cel. Ezequiel - Sta. Cruz (RN)

Número de amostras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT-KM ( $x_i$ ) (contagem/s)	54.39	48.97	52.89	66.42	49.64	42.97	47.23	43.96	51.50	49.10
PT-DVF ( $y_i$ ) (contagem/s)	55.70	49.63	54.37	55.86	51.56	44.47	40.13	45.68	45.31	44.69

## Percorso Sta. Cruz - C. Redondo (RN)

Número de amostras	1	2	3	4	5
PT-KM ( $x_i$ ) (contagem/s)	57.49	52.39	44.64	43.30	52.62
PT-DVF ( $y_i$ ) (contagem/s)	46.32	46.68	32.14	37.00	49.42

## Percorso C. Redondo - Cuitã (RN)

Número de Amostras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT-KM ( $x_i$ ) (contagem/s)	33.05	42.69	47.30	42.14	49.01	52.72	54.89	44.90	46.39	52.83
PT-DVF ( $y_i$ ) (contagem/s)	47.28	43.16	37.93	45.41	47.90	45.80	36.99	36.91	32.38	26.35

TABELA II

Percurso	Grau de Liberdade	$t$ , de acordo com (1)	$t_{\alpha/2}$ com $\alpha = 0.05$	Resultados do teste
C. Redondo a Cel. Ezequiel	4	- 0.32	$\pm 2.776$	$- t_{\alpha/2} < t < t_{\alpha/2}$ não há diferença entre população $x_1$ e $y_1$
Cel. Ezequiel a Sta. Cruz	9	1.39	$\pm 2.262$	$- t_{\alpha/2} < t < t_{\alpha/2}$ não há diferença entre população $x_1$ e $y_1$
Sta. Cruz a C. Redondo	4	4.19	$\pm 2.776$	$t > t_{\alpha/2}$ há dife rença entre popu lação $x_1$ e $y_1$
C. Redondo a Cuitē	9	1.80	$\pm 2.262$	$- t_{\alpha/2} < t < t_{\alpha/2}$ não há diferença entre população $x_1$ e $y_1$

TABELA III

Percurso	Grau de Liberdade	r, de acordo com (2)	t, de acordo com (3)	$t_{\alpha/2}$ com $\alpha = 0.10$	Resultados do teste
C. Redondo a Cel.Ezequiel	3	0.82	2.48	$\pm 2.353$	$t > t_{\alpha/2}$ existe correlação
Cel.Ezequiel a Sta.Cruz	8	0.72	2.93	$\pm 1.860$	$t > t_{\alpha/2}$ existe correlação
Sta.Cruz a C. Redondo	3	0.94	4.77	$\pm 2.353$	$t > t_{\alpha/2}$ existe correlação
C. Redondo a Cuitê	8	- 0.45	- 1.43	$\pm 1.860$	$- t_{\alpha/2} < t < t_{\alpha/2}$ não existe correlação

TABELA IV

Percurso	Número de Amostras	U, de acor do com (4)	Z, de acor do com (5)	$Z_{\alpha/2}$ com $\alpha = 0.05$	Resultados do teste
C.Redondo a Cel.Ezequiel	5	14.00	0.31	$\pm 1.96$	- $Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$ $x_i$ e $y_i$ vêm de população idênticas
Cel.Ezequiel a Sta.Cruz	10	46.00	- 0.3	$\pm 1.96$	- $Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$ $x_i$ e $y_i$ vêm de populações idênticas
Sta.Cruz a C.Redondo	5	6.00	- 1.36	$\pm 1.96$	- $Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$ $x_i$ e $y_i$ vêm de populações idênticas
C. Redondo a Cuitê	10	25.00	- 1.89	$\pm 1.96$	- $Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$ $x_i$ e $y_i$ vêm de populações idênticas



### AGRADECIMENTOS

O autor é grato ao Dr. N. J. Parada, Diretor do INPE, por ter facilitado a realização deste trabalho. Nossos agradecimentos ao governo do Estado do Rio Grande do Norte por ceder o avião PT-KMW para a realização das medidas.

REFERÊNCIAS

1. Bui-Van, N.A. e Martin, I.M., Artigo, submetido à Revista Brasileira de Física, 1977.
2. Bui-Van, N.A. e Martin, I.M., Relatório interno INPE, 1977.
3. Freund, J.E., Modern Elementary Statistics, Prentice-Hall, Inc., 1969.  
Mode, E.B., Elements of Statistics, Prentice-Hall, Inc., 1965.

LEGENDA DA FIGURA

Fig. 1 - Variação da taxa de contagem observada pelas aeronaves PT-KMW e PT-DVF em função dos diferentes percursos.

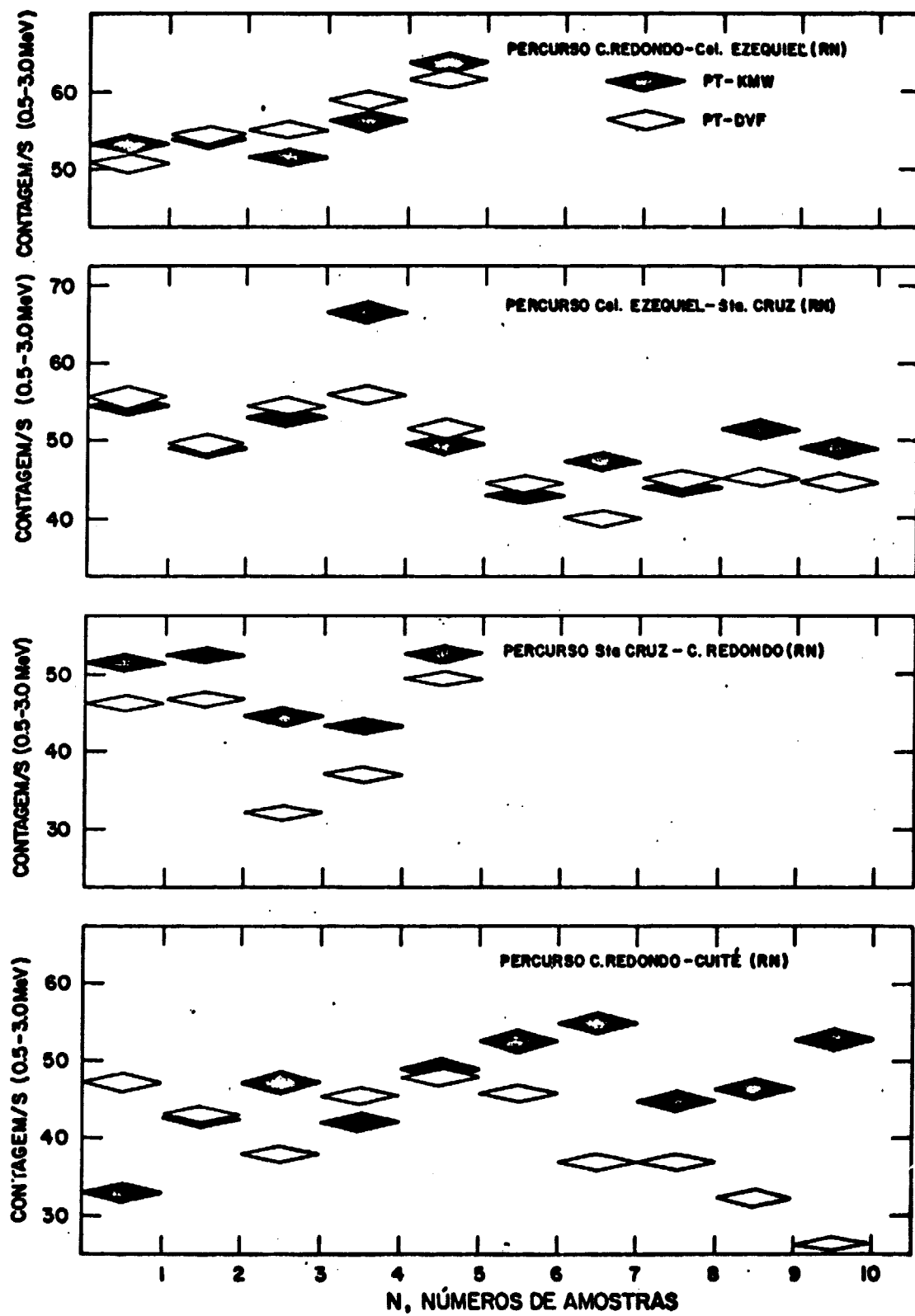


Fig. 1